

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 41 01 156 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
G 01 S 1/70  
G 05 D 3/12  
H 04 R 27/00  
// H 04 S 7/00, F 21 P  
3/00, B 81 L 27/00

⑯ Anmelder:  
audiocinema Electronic und Medien GmbH, D-1130  
Berlin, DE  
  
⑯ Vertreter:  
Hübner, A., Dipl.-Jur.; Neumann, G., Dipl.-Ing.;  
Radwer, D., Pat.-Anwälte, D-1130 Berlin

⑯ Erfinder:  
Heise, Wolfgang, D-1170 Berlin, DE; Grüttner,  
Andreas, D-1134 Berlin, DE

⑯ Verfahren und Einrichtung zur Ortung und Koordinatenbestimmung von Objekten  
⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtung zur  
Ortung und Koordinatenwertbestimmung von Objekten, die  
sich in einem definierten Raum oder auf einer begrenzten  
Fläche bewegen und dient der Steuerung von Nachfolgeein-  
richtungen, beispielsweise der Ton- und/oder Lichtnachfüh-  
rung.  
Erfindungsgemäß werden von Infrarotsendern, die an den  
bewegten Objekten angebracht sind, codierte Infrarotsigna-  
le abgegeben, die von einer definiert positionierten CCD-  
Matrix-Kamera aufgenommen, in einem Bildspeicher- und  
Bildverarbeitungssystem mit vorgegebenen, rechnergestüt-  
zten Raum- und Flächenwerten verarbeitet werden und für  
jeden Impuls unterschiedlicher Frequenz ein genau definier-  
tes Signal für die X-, Y- und Z-Koordinaten entsprechend der  
sich auf der Sensormatrix in Zeile, Spalte und Pixelpunkt  
punktformig bewegenden Signale zur Ansteuerung der  
Nachfolgeeinrichtung abgegeben.

DE 41 01 156 A 1

DE 41 01 156 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Ortung und Koordinatenbestimmung von sich in einem definierten Raum oder auf einer begrenzten Fläche bewegender Objekte für die Steuerung rechnergestützter Nachfolgeeinrichtungen.

Bekannt sind bereits Systeme und Verfahren, um bewegende Objekte mit Hilfe der Radartechnik, der Infrarotstrahlung oder des Ultraschalls zu orten und ihre Koordinaten zu bestimmen. Die Anwendung dieser Techniken führt aber zu Schwierigkeiten, wenn mehrere, sich in einem begrenzten Raum bewegende Objekte in ihren variablen Bewegungsabläufen genau erfaßt und dabei gleichzeitig ihre jeweiligen X; Y; Z-Koordinaten exakt bestimmt werden müssen. Derartige Fälle treten beispielsweise auf, wenn in größeren Theatern, Musikhallen oder Mehrzweckräumen ein hoher Beschallungskomfort mit hoher Klangqualität sowie richtungs- und entfernungsgetreuen Höreindruck erzielt werden soll.

Um diesen hohen Ansprüchen zu entsprechen und den Richtungs- und Entfernungsindruck bezogen auf die Originalschallquelle zu gewährleisten, ist es notwendig, das interpretierte Schallergebnis bei gleichzeitigen Bewegungsabläufen nachzuführen. Durchgeführte Versuche haben ergeben, daß die bisher bekannten Systeme zur Ortung und Koordinatenbestimmung für eine solche Nachführung nicht einsetzbar sind.

Die Anwendung einer einfachen Infrarotstrahlung mittels Infrarotsender und Infrarotempfänger läßt eine exakte Ortung nicht zu, wenn gleichzeitig mehrere sich variabel bewegende Objekte bzw. Schallquellen nachgeführt werden sollen. Um allein die X- oder Y-Ebene bei den variablen Bewegungen der einzelnen Objekte zu bestimmen, bräuchte man Infrarotsender nicht nur unterschiedlicher Frequenz, sondern auch mit geringem Abstrahlwinkel. Des Weiteren wären für den Empfang der unterschiedlichen Infrarotstrahlen eine große Menge von Infrarotempfängern notwendig mit breitbandiger Empfangsfrequenz, die im definierten Verhältnis bzw. in bestimmter Entfernung zur Raumfläche, auf der sich die Objekte bewegen, stehen. Von den Infrarotempfängern werden neben den direkt austretenden Infrarotstrahlen der Sender, auch Reflexion der Strahlen durch die Raumbegrenzungsfächen sowie Infrarotlichtanteile aus Tages- und Kunstlicht mit empfangen, was zur Verfälschung der Erkennung bzw. Ortung der bewegten Objekte und damit deren Nachführung führt. Außerdem ist eine Nachführung in Richtung der Z-Koordinate, das bedeutet Messung der Strahlungsintensität durch den Empfänger nicht möglich. Das Infrarotsignal wird entweder als vorhanden oder als nicht vorhanden vom Empfänger geortet. Bei der HF-Ortung (Radar) können durch überlagerte HF-Frequenzen, z. B. durch äußere Störeinflüsse wie Feldstreuungen oder Reflexion durch Raumbegrenzungsfächen ebenfalls Ortungsverfälschungen der bewegten Objekte verursacht werden. Des Weiteren werden durch die HF-Ortung nicht nur die beweglichen, sondern auch die feststehenden Objekte mit geortet, was zu Fehlsteuerungen der rechnergestützten Nachfolgeeinrichtungen führt.

Die Schwierigkeiten bei der Ultraschallortung bestehen vor allem darin, daß in jedem akustischen Signal, das von einer Originalquelle abgegeben wird, Ultraschallanteile enthalten sind, die zu Verfälschungen der Ansteuerung der Nachführleinrichtungen führen. Auch hier werden nicht nur die beweglichen, sondern auch die feststehenden Objekte geortet, was zu Fehlsteuerung

der rechnergestützten Nachführleinrichtung führt. Bekannt ist das Delta-Stereophony-System - DD-PS 1 20 341 und 1 23 418 - zur richtungsgetreuen Schallübertragung für die Beschallung eines großen Raumes oder einer Freifläche und die weitere Verbesserung dieses Systems durch den Delta-Stereo-Compact-Prozessor.

Das Delta-Stereophony-System basiert auf dem fundamentalen Gesetz der 1. Wellenfront, wobei die Verzögerungszeiten einzelner Lautsprecher oder Lautsprechergruppen für einen bestimmten Hörerplatz im Saal so eingestellt werden, daß der Originalschall von der Schallquelle oder seine Simulation als Erster am Hörerplatz eintrifft. Bleiben die nachfolgenden Lautsprecher signale innerhalb bestimmter Pegel- und Zeitbereiche, so bleibt der Richtungs- und Entfernungsindruck entsprechend der tatsächlichen Position der Schallquelle erhalten. Für mehrere Schallquellen und verschiedene, verteilte Hörerplätze ergibt sich ein Matrixsystem von Verbindungen (Schallquellen - Lautsprecher), die unterschiedliche Verzögerungen und Dämpfungen aufweisen. Die Berechnung der notwendigen Verzögerungs- und Pegelwerte erfolgt in einem Optimierungsverfahren für eine Reihe von signifikanten Hörerplätzen.

Die Bewegung von Original-Schallquellen wird mit Nachführungsreglern, die zum Teil aus bekannten Umschalt- bzw. Überblendvorrichtungen bestehen, realisiert, in dem durch Amplitudenoder Laufzeitveränderungen des Quellsignals (Akteur mit Mikrofon) die Ortung mehr auf das eine oder andere Quellgebiet umgestellt wird. Dadurch wird über einen weiten Bereich im Saal ein richtungs- und entfernungsgetreuer Höreindruck erzielt. Vorteile dieses Beschallungssystems sind ein optimaler Beschallungskomfort mit hoher Klangqualität, ausgeglichene Schallpegelverteilung und erhebliche Anhebung des Schallpegels auf den Hörerplätzen ohne Verlust des Richtungsindruckes. Eine exakte Nachführung beweglicher Originalschallquellen ist in diesem System nicht vorhanden. Außerdem erfordert seine Installation einen hohen Aufwand an Geräten und Installationsarbeiten.

Eine wesentliche Verbesserung dieses Stereophony-Systems wurde durch den Delta-Stereo-Compact-Prozessor erreicht, um unter anderem die Präzision der Ortung von leisen und meist punktförmigen Schallquellen (wie z. B. Moderator oder Sänger), die sich im Bühnenbereich bewegen, zu ermöglichen.

Durch mikrocomputergestützte Funktionen und kompakte Bauweise in durchgängiger Digitaltechnik konnte nicht nur die Handhabbarkeit des Systems erleichtert, sondern insbesondere auch die erreichbare Qualität der Richtungsnachführung durch Laufzeitsteuerung verbessert werden. Das allgemeine Prinzip beruht darauf, daß man bewegliche Schallquellen (Akteur, Sänger oder Moderator) mit Hilfe einer Computermaus als Bedienelement, unterstützt durch eine Bildschirmdarstellung, nachführen kann. Es besteht jedoch der Nachteil, daß mit der Computermaus von sechs auswählbaren Quellen nur jeweils eine Quelle nachführbar ist. Die Nachführung beruht dann auch nur auf einer fiktiven Annahme des Systembedieners, in dem er die Quelle mit Hilfe der Computermaus in ein von ihm an Ort optisch empfundenes Lautsprecherquellgebiet innerhalb des Bühnenbereiches führt. Das heißt, daß diese Art der Nachführung auf keiner exakten X, Y-Koordinatenmessung basiert und es demzufolge auch zu ungenauen Nachregelungen des Prozessors bei der Amplitu-

den- und Laufzeitdifferenzierung kommt.

Für Toningenieure, die z. B. innerhalb einer Showbeleuchtung hochkomplizierte Beschallungsanlagen zu bedienen haben, ist die gleichzeitige Bedienung eines Nachführungstelespiels außerdem eine sehr hohe psychologische Belastung.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die manuellen Nachführungs- und Steuersysteme abzulösen und ein volloptoelektronisches Sensorsystem zu entwickeln, das eine exakte Ortung und Koordinatenwertbestimmung mehrerer sich in einem definierten Raum oder auf einer begrenzten Fläche befindlicher und sich bewegender Objekte bei gleichzeitiger Selektionierung gewährleistet.

Erfundungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß codierte Infrarotsignale, die von den einzelnen Objekten abgegeben werden, von einem CCD-Matrix-Sensor erfaßt als multiplexes Signal an einen Bildspeicher abgegeben und die sich auf der Sensormatrix punktförmig bewegenden Signale in Zeile, Spalte und Pixelpunkt mit vorgegebenen, rechnergestützten Raum- und Flächenwerten verglichen werden und abschließend für jeden Impuls unterschiedlicher Frequenz ein genau definiertes Signal für die X-, Y- und Z-Koordinaten über ein Systembus zur Ansteuerung der Nachführleinrichtungen abgegeben wird, wobei die Zeile die X-Koordinate; die Spalte die Y-Koordinate und der Pixelpunkt durch die unterschiedlichen Grauwertstufen in Abhängigkeit von der Annäherung und Entfernung des Objektes zum genau positionierten CCD-Matrix-Sensor die Z-Achse darstellt. Vorzugsweise wird mit einer Impulsfrequenz der Infrarotsender von 5-50 Hz in 5 Hz-Schritten gearbeitet, da der 3. CCD-Matrix-Sensor bei 25 Bildern/s ein Vollbild erzeugt, während bei sehr viel höheren Impulsfrequenzen eine Selektierung der unterschiedlichen Impulse schlecht möglich ist. Unterschiedliche Impulse im Frequenzbereich weit über 50 Hz werden vom Sensor nicht mehr als Impuls sondern als ständiger Bildpunkt abgetastet.

Zur Durchführung des Verfahrens sind an den einzelnen Objekten Infrarotsender angebracht und vor dem Raum oder der begrenzten Fläche in genau definierter Position ein Sensor, beispielsweise eine CCD-Matrix-Kamera angeordnet, an den ein Bildspeicher und ein Bildverarbeitungssystem angeschlossen ist, wobei zwischen dem Bildverarbeitungssystem und dem Bildspeicher ein Komparator mit einer Vergleichs- und Halteschaltung vorgesehen und der Ausgang des Bildverarbeitungssystems über ein Systembus mit Nachfolgeeinrichtungen, beispielsweise für die Nachführung des Ton- es und/oder der Beleuchtung verbunden ist.

Vor der Optik des Sensors ist vorzugsweise ein optischer Sperrfilter angeordnet, um Lichtstrahlen von anderen Lichtquellen, die zu Fehlsteuerung führen können, auszuschalten. Neben der Nachführung von Originalschallquellen kann die erfundungsgemäße Lösung in kulturellen Einrichtungen auch vorteilhaft zur Nachführung sich bewegender Objekte mittels Licht, so durch Spotlight-Scheinwerfer oder andere Lichteffektanlagen eingesetzt werden.

In der Industrie, wie z. B. in definiert begrenzten Raum- oder Freiflächen kann das Sensorsystem zur Ortung und Koordinatenbestimmung von unkontinuierlichen, nichtalgorithmmischen Bewegungsabläufen bewegter Objekte (wie freibewegliche Industrieroboter oder personallose Fahrzeuge in Werkhallen und großen Lagerräumen etc.) eingesetzt werden.

Im Verkehrswesen kann das Sensorsystem zur Or-

tung und Koordinatenwertbestimmung sowie als Lenksystem schienengebundener Fahrzeuge und Kraftfahrzeuge eingesetzt werden.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild der vorgeschlagenen optoelektronischen Einrichtung zur Ortung und Koordinatenwertbestimmung;

Fig. 2 und 3 verschiedene Anordnungsvarianten für die definierte Positionierung des Sensors. Die in einem definierten Raum - Fig. 1 - oder auf einer begrenzten Freifläche bewegten Objekte 1-3 (Menschen, Fahrzeuge oder bewegliche Maschinen) sind jeweils mit einem Infrarotsender 1; 2; n+2 ausgestattet, der Rechteckimpulse im Frequenzbereich von 5-50 Hz aussendet. Die Impulse der einzelnen Infrarotsender werden von einem Sensor 6 (Matrix-Kamera), vor dessen Objektiv 5 ein optischer Sperrfilter 4 mit dem Durchlaßbereich von 900-970 nm (z. B. Zeissfilter UG 8) vorgesetzt ist abgetastet. Der Sensor 6 ist definiert zum Raum bzw. zur begrenzten Freifläche positioniert - Fig. 2 und 3 -.

In Fig. 2 ist zu erkennen, daß der Sensor 6 vor dem abzutastenden Raum positioniert ist. Dabei können in der X-Ebene von links nach rechts, in der Y-Ebene von unten nach oben und in der Z-Ebene von vorn nach hinten sich bewegende Impulse so oder in inverser Funktion abgetastet werden. Fig. 3 zeigt dagegen die Positionierung des Sensors über den definierten Raum bzw. der begrenzten Freifläche als eine zweite Abtastvariante.

Zur besseren Selektierung der Impulse mehrerer sich gleichzeitig bewegender und mit Infrarotsender ausgestatteter Objekte wurde die Impulsfrequenz von 5-50 Hz in 5-Hz-Schritten gewählt.

Dem Sensor 6 ist ein Bildspeicher 7 und ein Bildverarbeitungssystem 8 nachgeschaltet, das eine Selektierung der unterschiedlichen Impulse durch Frequenzwertmessung vornimmt und die auf der Sensormatrix sich punktförmig bewegenden Signale in Zeile, Spalte und Pixelpunkt auswertet.

Das Bildverarbeitungssystem 8 vergleicht die von einer rechnergestützten Einrichtung vorgegebenen definierten Raum- oder Flächenwerte mit den sich ständig durch Bewegung verändernden Matrixauswertungen und gibt für jeden Impuls unterschiedlicher Frequenz momentan definierte X-, Y-, Z-Koordinaten an, die nachfolgeeinrichtung zurück.

Eine gewisse Problematik besteht jedoch in der Nutzung niedriger Impulsfrequenzen unter 50 Hz. Befindet sich z. B. der Impuls gerade in der Low-Phase wird er vom Bildverarbeitungssystem 8 in dem Moment als ein nicht vorhandenes, demzufolge in seinen X, Y, Z-Koordinaten nichtvorlesbares Signal registriert. Aus diesem Grunde müssen dem Verarbeitungssystem die einzelnen Impulsfrequenzen softwaremäßig vorgegeben werden.

Ein zwischen Bildspeicher 7 und Bildverarbeitungssystem 8 angeordneter Komparator 10 vergleicht die von der Sensormatrix abgetasteten und im Bildspeicher 7 abgespeicherten Impulsfrequenzwerte mit den vorgegebenen Werten. Ist die Low-Phase eines Impulses größer als sein vorgegebener Wert, werden durch eine Halteschaltung die im Bildverarbeitungssystem 8 zuletzt errechneten X-, Y-, Z-Koordinaten für eine Weile gehalten.

Die vom Bildverarbeitungssystem errechneten momentanen Koordinatenwerte für die Impulse unterschiedlicher Frequenz werden vom Ausgang über ein

Systembus an das Betriebssystem der Nachfolgeeinrichtung, beispielsweise zur Ton- und/oder Lichtnachführung, abgegeben.

Die erfindungsgemäße Lösung ersetzt durch die Anwendung optoelektronischer Mittel die bisher manuell zu betätigenden Steuerungs- und Nachführverfahren, wie beispielsweise mit einer Computermaus, und hebt die sich daraus ergebenen Nachteile auf. Ihre Vorteile sind

- eine exakte Koordinatenwertbestimmung und Ortung der sich im definierten Raum bzw. auf der begrenzten Fläche befindlichen bewegten Objekte,
- gleichzeitige Ortung und Koordinatenwertbestimmung von mehreren beweglichen Objekten,
- keine psychologische zusätzliche Belastung für Systembedienpersonal, da dieses Steuerungssystem volioptoelektronisch funktioniert.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ortung und Koordinatenwertbestimmung von sich in einem definierten Raum oder auf einer begrenzten Fläche bewegender Objekte unter Anwendung von Infrarotstrahlungen, die von einem Infrarotsender abgegeben, von einem Sensor erfaßt und nach Vergleich vor. Soll- und Ist-Werten zur Ansteuerung von Nachfolgeeinrichtungen eingesetzt werden, dadurch gekennzeichnet, daß von Infrarotsendern (1; 2; n+2) abgegebene codierte Infrarotsignale von einem Sensor erfaßt 25 als multiplexes Signal an einen Bildspeicher abgegeben und die sich auf der Sensormatrix in Zeile, Spalte und Pixelpunkt punktförmig bewegenden Signale mit vorgegebenen Raum- und Flächenwerten verglichen werden und für jeden Infrarotimpuls unterschiedlicher Frequenz ein genau definiertes Signal für die X-, Y- und Z-Koordinaten zur Ansteuerung der Nachführleinrichtungen abgegeben 30 wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit einer Impuls-Frequenz von 5 – 50 Hz in 5 Hz-Schritten gearbeitet wird.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, dadurch gekennzeichnet, daß an den einzelnen, sich bewegenden Objekten (1; 2; 3) Infrarotsender (1; 2; n+2) angebracht und vor dem Raum oder der begrenzten Fläche in genau definierter Position ein Sensor (6) angeordnet ist, an den ein Bildspeicher (7) und ein Bildverarbeitungssystem (8) angeschlossen sind, wobei zwischen dem Bildspeicher (7) und dem Bildverarbeitungssystem (8) ein Komparator (10) mit einer Vergleichs- und Halteschaltung vorgesehen und der Ausgang (9) des Bildverarbeitungssystems (8) über ein Systembus mit dem Betriebssystem der Nachfolgeeinrichtungen verbunden ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (6) eine CCD-Matrixkamera ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Optik (5) des Sensors (6) ein optisches Sperrfilter (4) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (6) in genau definierter Position über der begrenzten Fläche oder dem begrenzten Raum angeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

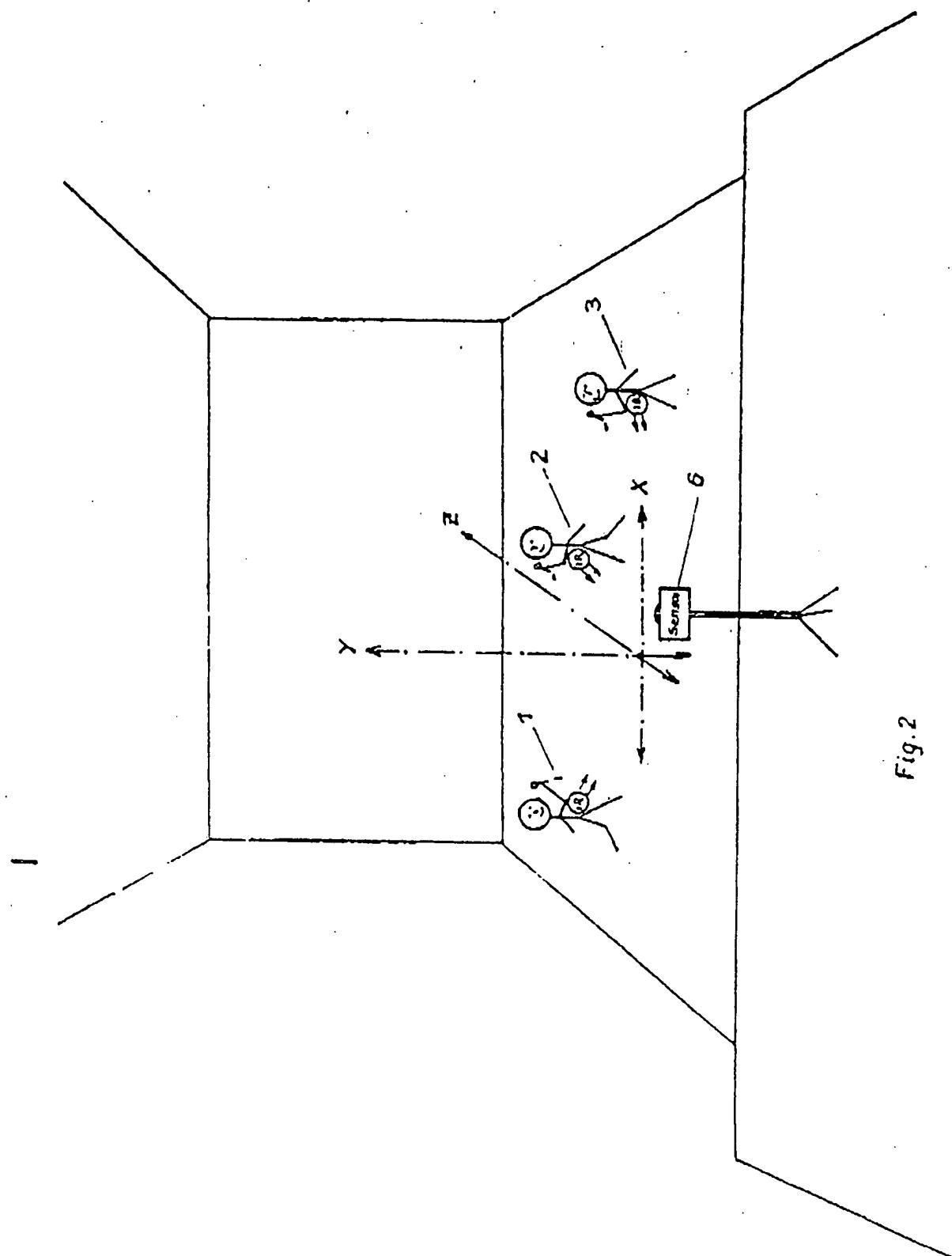


Fig. 2

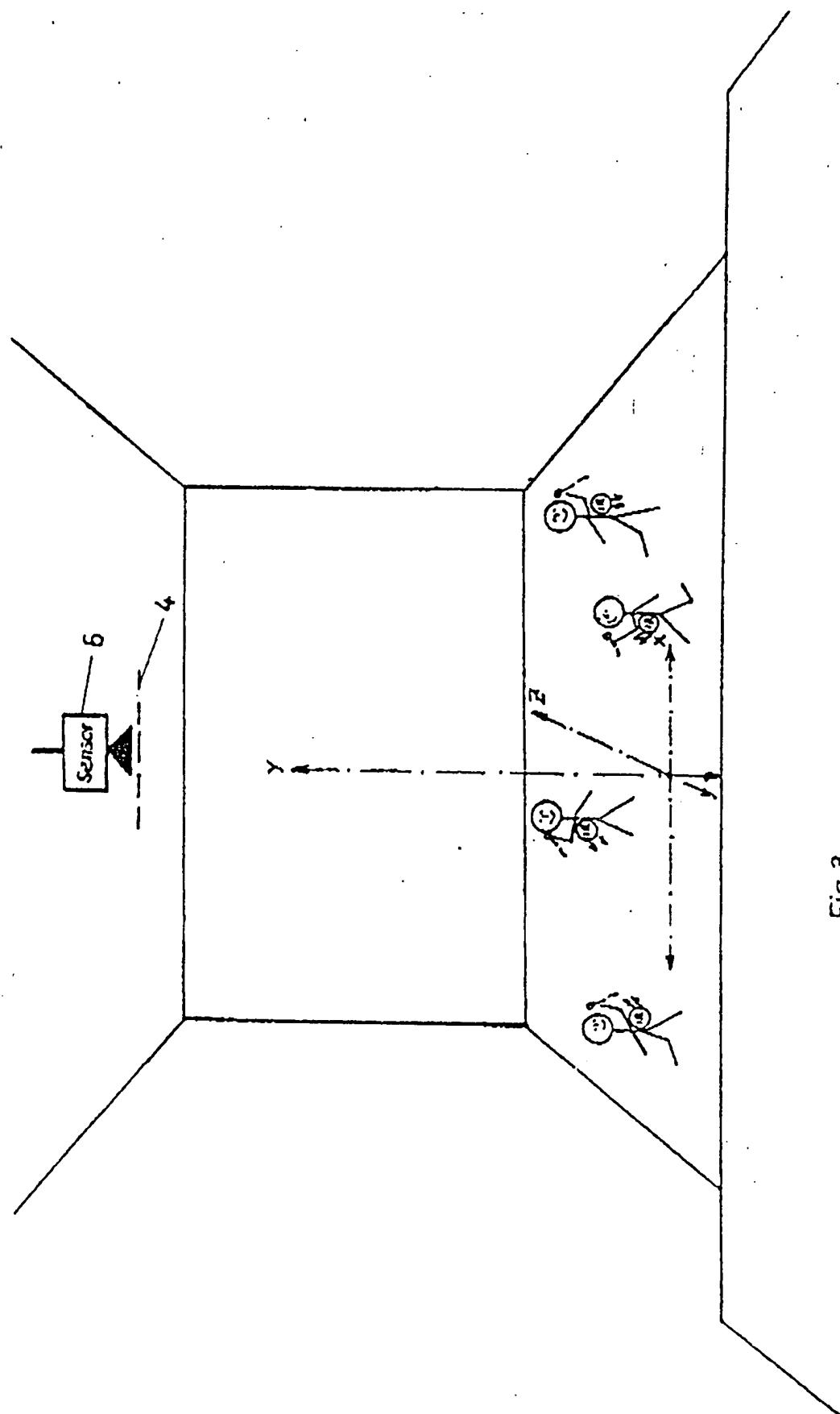


Fig. 3

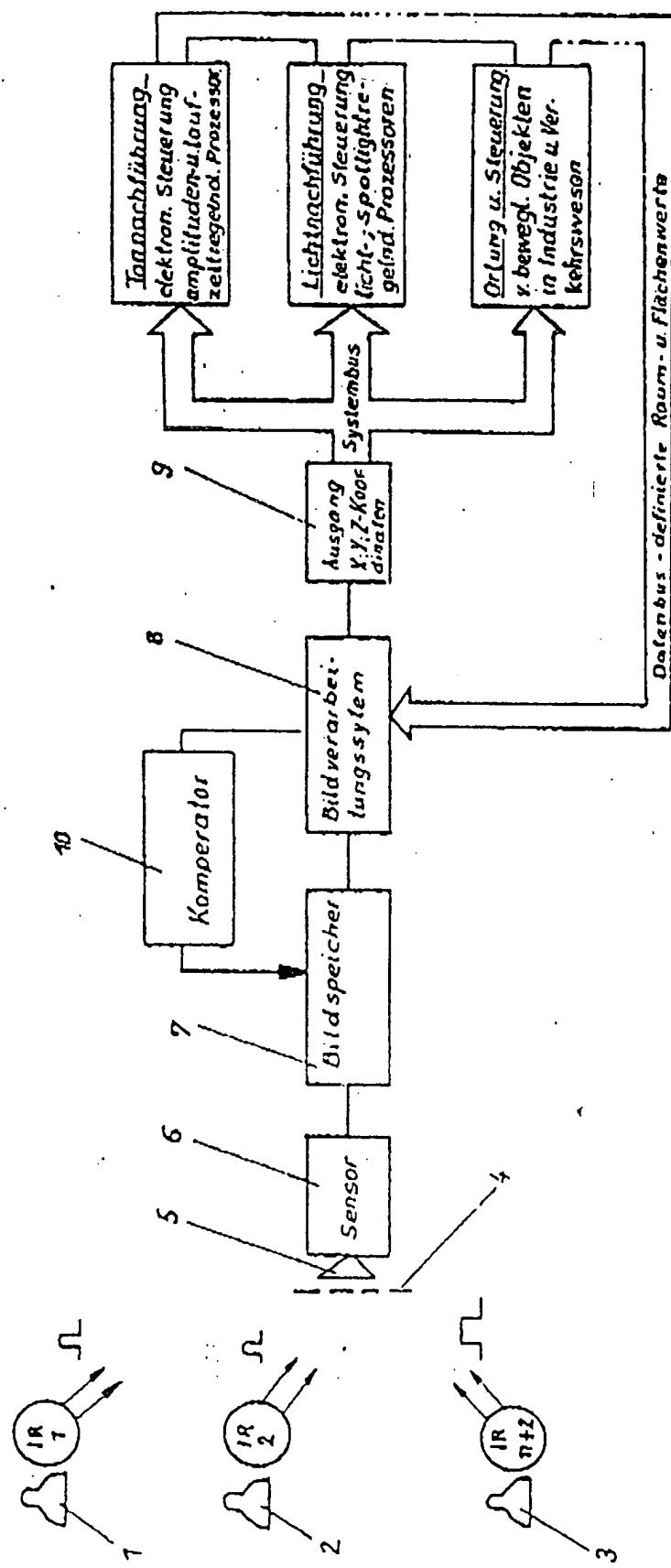


Fig. 1



## POLYGLOT INTERNATIONAL

*Global Management of Language-Related Projects*

340 Brannan Street, Fifth Floor  
San Francisco, CA 94107 • USA

Tel (415) 512-8800  
FAX (415) 512-8982

### **TRANSLATION FROM GERMAN**

Federal Republic of Germany

Unexamined Patent Application DE 41 01 156 A1

Int. Cl.<sup>5</sup>: G 01 S 1/70  
G 05 D 3/12  
H 04 R 27/00  
//H04S 7/00, F21P  
3/00, B51L 27/00

Registration No.: P 41 01 156.2

Filing Date: January 14, 1991

Publication Date: July 16, 1992

Applicant: Audiocinema Electronic and Medien GmbH, Berlin

Representative: A. Hubner, G. Neumann, D. Radwer, patent attorneys, Berlin

Inventors: Wolfgang Heise, Berlin, Germany; Andreas Gruttner, Berlin, Germany

### **Method and Device for Location and Coordinate Determination of Objects**

The invention concerns a method and device for location and coordinate determination of objects moving in a defined space or on a

bounded surface and serves to control tracking devices, for example, sound and/or light tracking.

Coded infrared signals are emitted according to the invention by infrared transmitters attached to the moving objects, these signals are received by a CCD matrix camera with defined position, processed in an image storage and image processing system with stipulated, computer-controlled space and surface values and for each pulse of different frequency a precisely defined signal for the X, Y and Z coordinates is produced to control the tracking device according to the signals moving in point fashion on the sensor matrix in rows, columns and pixel points.

## Specification

The invention concerns a method and device for location and coordinate determination of objects moving in a defined space or on a bounded surface for control of computer-assisted tracking devices.

Systems and methods to locate moving objects and determine their coordinates by means of radar techniques, infrared radiation or ultrasound are already known. However, use of these techniques leads to difficulties when several objects moving in a bounded space must be precisely determined in their variable movement trends and the corresponding X, Y, Z coordinates precisely determined at the same time. Such situations occur, for example, when high acoustic comfort with high sound quality, as well as an auditory impression true to distance and direction is to be achieved in larger theaters, concert halls or multipurpose halls.

To meet these high demands and guarantee the direction and distance impression referred to the original sound source it is necessary to track the interpreted sound result with simultaneous movement trends. Experiments have shown that the previously known systems for location and coordinate determination cannot be used for this tracking.

The use of simple infrared radiation by means of an infrared emitter and infrared receiver does not permit exact position finding when several moving objects or sound sources are to be tracked simultaneously. In order to merely determine the X or Y plane in the

variable movements of individual objects one needs infrared emitters not only of different frequency, but also with limited angle of radiation. Moreover, a large number of infrared receivers would be necessary to receive the different infrared beams with broadband reception frequency in a defined relation and at a specific distance to the three-dimensional surface on which the objects are moving. In addition to the infrared beams coming directly from the emitter, reflection of the beams by the bounding surfaces of the space, as well as fractions of infrared light from daylight and artificial light are received by the infrared receivers, which leads to distortion in recognition and location of the moving objects and thus their tracking. Moreover, tracking in the direction of the Z coordinate, which means measurement of the radiation intensity by the receiver, is not possible. The infrared signal is located either as present or not present by the receiver. During HF position finding (radar) location distortions of the moving objects can be caused by superimposed HF frequencies, for example, by external disturbances, like field scatter or reflection by the boundary surfaces of the space. In addition, not only the moving objects, but also the fixed ones are located by HF position finding, which leads to incorrect controls of the computer-assisted tracking devices.

The difficulties during ultrasonic position finding consist primarily of the fact that ultrasonic fractions are contained in each acoustic signal emitted by an original source, which lead to distortions of control of the tracking devices. Here again not only moving, but also fixed objects are located, which leads to incorrect control of the computer-assisted tracking device.

The Delta stereophony system is known (DD-PS 1 20 341 and 1 23 418) for sound transfer true to direction for the acoustic system of a large room or outdoor area and a further improvement of this system by the Delta stereo compact processor.

The Delta stereophony system is based on the fundamental law of the first wave front, in which the delay times of individual loudspeakers or loudspeaker groups for a certain audience position in the hall are adjusted so that the original sound from the sound source or its simulation reaches the audience location first. If a subsequent loudspeaker's signals remain within certain level and time ranges, the direction and distance impression continues to correspond to the actual position of the sound source. A matrix system of connections

(sound sources-loudspeakers) that exhibit different delays and attenuations is obtained for several sound sources and different, distributed audience positions. Calculation of the necessary delay and level values occurs in an optimization method for a series of significant audience positions.

Movement of original sound sources is accomplished with tracking rules that consist in part of known switching and mixing devices, in which the location is transposed more to one or another sound region by amplitude or delay time changes of the source signal (actor with microphone). In this fashion an auditory impression true to direction and distance is achieved over a wide range in the hall. Advantages of this audio system include optimal auditory comfort with high sound quality, equalized sound level distribution and a significant increase in sound level at the audience positions without a loss of the impression of direction. Exact tracking of moving original sound sources is not present in this system. In addition, its installation requires considerable cost in terms of equipment and installation work.

A significant improvement to the stereophony system was achieved by the Delta stereo compact processor in order to permit precision of location of soft and mostly point-like sound sources (for example, announcers or singers), who are moving in the stage area.

By microcomputer-assisted functions and compact design in interconnected digital technology not only could the manageability of the system be facilitated, but so could the attainable quality of direction tracking by delay time control. The general principle is based on the fact that moving sound sources (actors, singers or announcers) can be tracked by means of a computer mouse as operating element supported by an imaging screen. However, there is the shortcoming that only one source each of six selectable sources can be tracked with a computer mouse. Tracking is then based merely on a fictitious assumption of the system operator in which he guides the source by means of the computer mouse into a loudspeaker sound region within the stage area perceived by him optically on location. This means that this type of tracking is not based on exact X, Y coordinate measurement and, as a result, also leads to inaccurate adjustments of the processor during amplitude and delay time differentiation.

For sound engineers who must operate highly sophisticated sound systems during a show the simultaneous operation of a tracking video is also a very serious psychological burden.

The underlying task of the invention is therefore to eliminate the manual tracking and control system and develop a fully optoelectronic sensor system that guarantees exact location and coordinate determination of several objects moving in a defined space or on a bounded surface with simultaneous selection.

The task is achieved according to the invention in that coded infrared signals that are emitted by individual objects are recorded by a CCD matrix sensor, sent as a multiplex signal to an image storage device and the signals moving in point fashion on the sensor matrix in rows, columns and pixel points are compared with stipulated, computer-supported space and surface values and for each pulse of different frequency a precisely defined signal is emitted for the X, Y and Z coordinates via a system bus to control the tracking devices, in which the row represents the X coordinate, the column the Y coordinate and the pixel point represents the Z axis by the different half tones as a function of approach and separation of the object relative to a precisely positioned CCD matrix sensor. Preferably a pulse frequency of the infrared emitter of 5 to 50 Hz is operated in 5-Hz steps, since the third CCD matrix sensor generates a full image at 25 images/s, whereas at much higher pulse frequencies selection of the different pulses is only possible with difficulty. Different pulses in the frequency range well above 50 Hz are no longer scanned as pulses by the sensor, but rather as a permanent image point.

To perform the method infrared emitters are attached to the individual objects and a sensor, for example, a CCD matrix camera, is arranged in front of the space or bounded surface in a precisely defined position, to which an image storage and processing system is connected and a comparator with a comparison and holding circuit is provided between the image processing system and the image storage system and the output of the image processing system is connected via a system bus to the tracking devices, for example, to track the sound and/or illumination.

An optical barrier filter is preferably arranged in front of the optics of the sensor in order to rule out light beams from other light sources that could lead to incorrect control. In addition to tracking of original sound sources, the solution according to the invention can also advantageously be used in cultural facilities to track moving objects by means of light, i.e., spotlights or other light effect systems.

The sensor system can be used in industry, for example, in three-dimensional or open areas with defined boundaries to locate and determine the coordinates of noncontinuous, nonalgorithmic movement trends of moving objects (like freely moving industrial robots or unmanned vehicles in shops and large warehouses, etc.).

The sensor system can be used in traffic engineering to locate and determine the coordinates and as a guide system for railborne vehicles and vehicles.

The invention will be further explained below in a practical example. In the drawings:

Figure 1 shows a block diagram of the optoelectronic device for location and coordinate determination;

Figures 2 and 3 show different variants for the defined positioning of the sensor. The objects 1-3 (people, vehicles or moving machines) moving in a defined space (Figure 1) or on a bounded free surface are each equipped with an infrared emitter 1, 2, n + 2, which emits rectangular pulses in the frequency range from 5 to 50 Hz. The pulses of the individual infrared emitters are scanned by a sensor 6 (matrix camera), in front of whose lens 5 an optical barrier filter 4 is positioned with a transmission range of 900-970 nm (for example, Zeiss UG 8). The sensor 6 is positioned in defined fashion relative to the space or bounded free surface (Figures 2 and 3).

It is apparent in Figure 2 that the sensor is positioned in front of the space being scanned. Pulses moving in the X plane from left to right, in the Y plane from the bottom up and in the Z plane from front to back can be scanned in this manner or in inverse fashion. Figure 3, on the other hand, shows positioning of the sensor above the defined space or bounded free surface as a second scanning variant.

For better selection of the pulses of several objects moving simultaneously and equipped with infrared emitters, the pulse frequency of 5-10 Hz was selected in 5-Hz steps.

An image storage 7 and image processing system 8 are connected to sensor 6, carrying out selection of the different pulses by frequency measurement and evaluating the signals moving on the sensor matrix in point fashion in rows, columns and pixel points.

The image processing system 8 compares the defined space or surface values provided from a computer-assisted device with the matrix evaluations that continuously change from movement and returns instantaneously defined X, Y and Z coordinates to the scanning device for each pulse of different frequency.

However, a certain problem exists in the use of pulse frequencies lower than 50 Hz. For example, if the pulse is in the low phase it is recorded by the image processing system 8 at that instant as a nonexistent signal (i.e., not locatable in its X, Y, Z coordinates). For this reason, the individual pulse frequencies must be stipulated according to the software for the processing system. A comparator 10 arranged between image storage device 7 and image processing system 8 compares the pulse frequency values scanned by the sensor matrix and stored in the image storage device 7 with the stipulated values. If the low phase of a pulse is larger than its stipulated value, the X, Y, Z coordinates just calculated in the image processing system 8 are held for a while by a holding circuit.

The instantaneous coordinate values calculated by the image processing system for the pulses of different frequency are sent from the output via a system bus to the operating system of the tracking device, for example, for sound and/or light tracking.

The solution according to the invention by the use of optoelectronic means replaces the previously manually operated control and tracking process, for example, with a computer mouse, and eliminates the drawbacks stemming from this. Its advantages are:

- exact coordinate determination and location of objects moved in the defined space or on the bounded surface,
- simultaneous location and coordinate determination of several moving objects,
- no additional psychological burden for the system operating personnel, since this control system functions fully optoelectronically.

## Claims

1. Method for location and coordinate determination of objects moving in a defined space or on a bounded surface using infrared radiation emitted from an infrared emitter, recorded by a sensor and used to control tracking devices after comparison of the reference and feedback values, characterized by the fact that coded infrared signals emitted by infrared sensors (1, 2, n + 2) are recorded by a sensor as a multiplex signal, sent to an image storage device and the signals moving on the sensor matrix in point fashion in rows, columns and pixel points are compared with stipulated space and surface values and a precisely defined signal for each infrared pulse of different frequency is emitted for the X, Y and Z coordinates to control the tracking devices.

2. Method according to Claim 1, characterized by the fact that a pulse frequency of 5-50 Hz is used in 5-Hz steps.

3. Apparatus for execution of the method, characterized by the fact that infrared sensors (1, 2, n + 2) are attached to the individual moving objects (1, 2, 3) and a sensor (6) is arranged in a precisely defined position in front of the space or bounded surface, to which an image storage device (7) and an image processing system (8) are connected, in which a comparator (10) with a comparison and holding circuit is provided between the image storage device (7) and the image processing system (8) and the output (9) of the image processing system (8) is connected via a system bus to the operating system of the tracking devices.

4. Apparatus according to Claim 3, characterized by the fact that the sensor (6) is a CCD matrix camera.

5. Apparatus according to Claims 3 and 4, characterized by the fact that an optical barrier filter (4) is arranged in front of the optics (5) of sensor (6).

6. Apparatus according to Claim 3, characterized by the fact that the sensor (6) is arranged in a precisely defined position above the bounded surface or the bounded space.

**Figure 1**

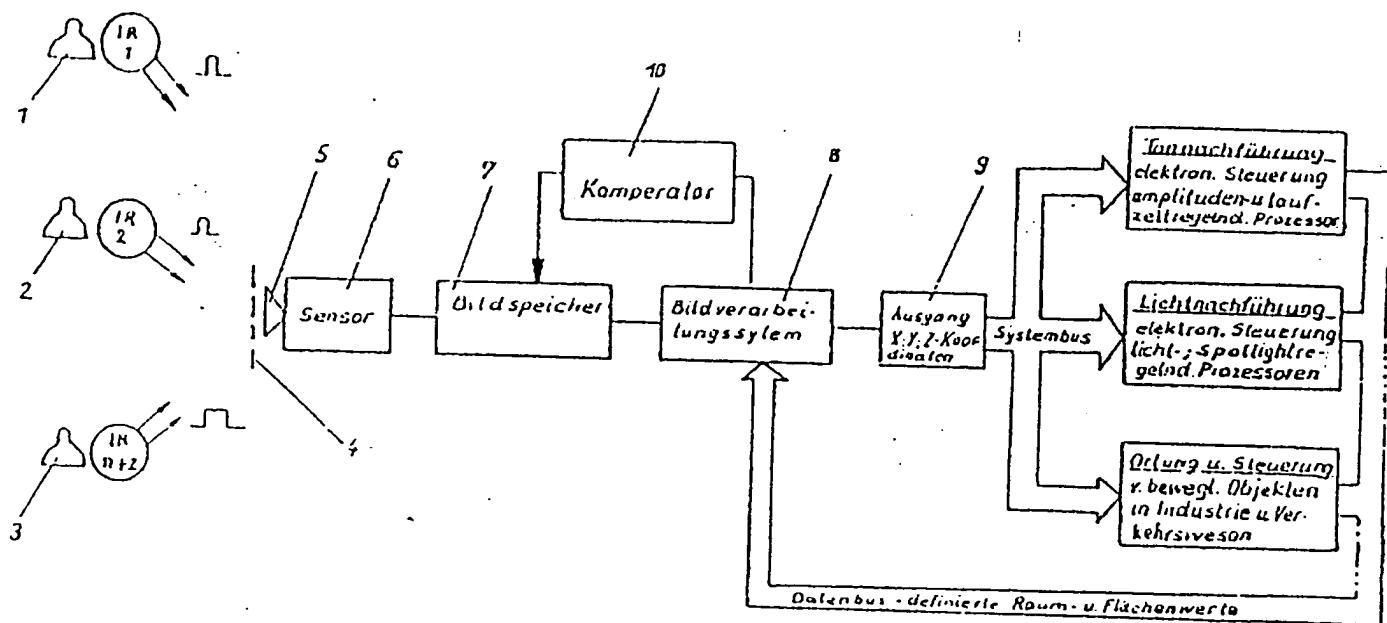
left to right: Sensor; Image storage device; Comparator; Image processing system; Output X, Y, Z coordinates; System bus

Sound tracking - Electronic control, amplitude and delay time controlling processors

Light tracking - Electronic control, light-spotlight-controlling processors

Location and control of moving objects in industry and traffic engineering

Data bus - defined space and surface values//



*Fig.1*

Figure 2

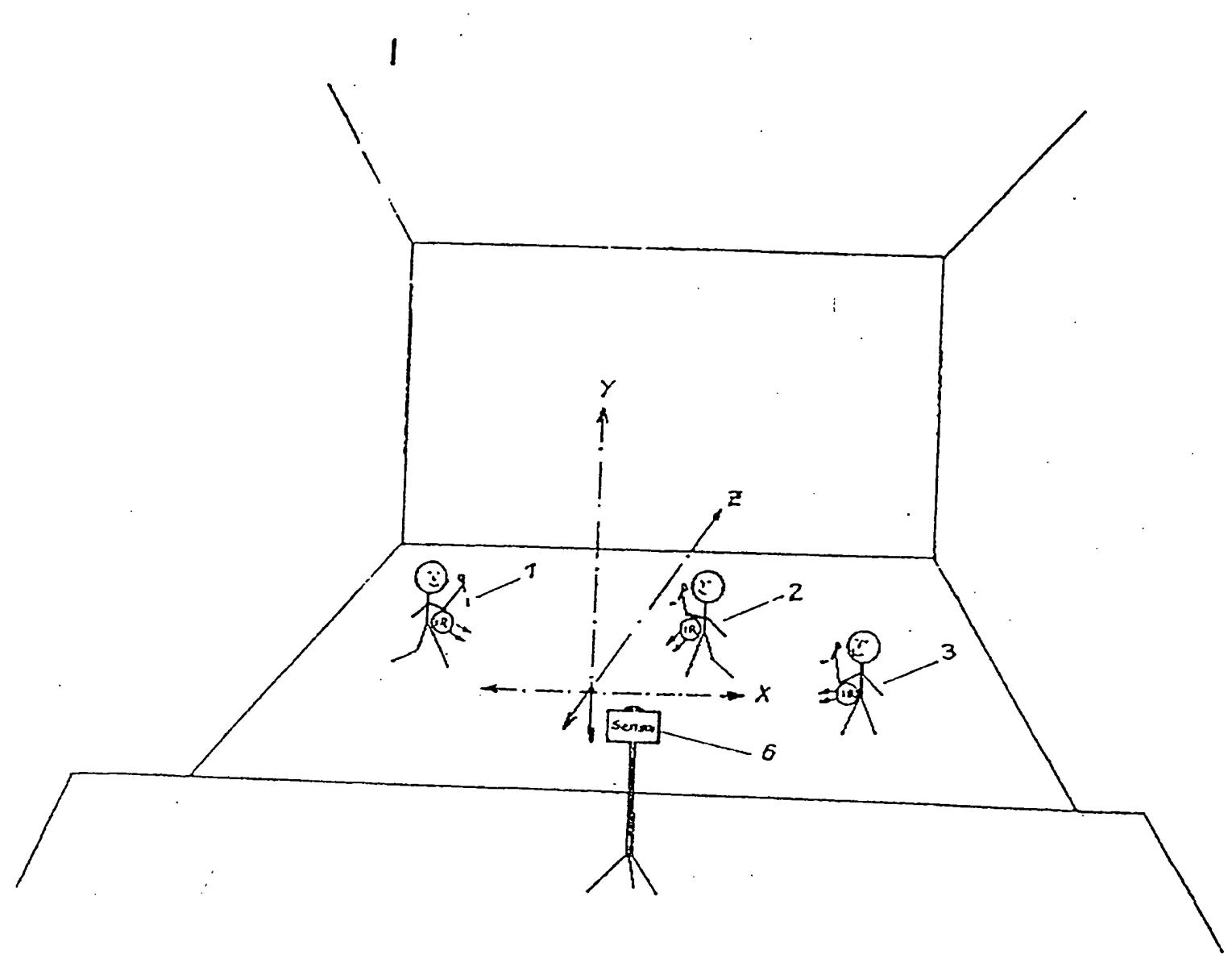


Figure 3

